

PRVPATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

09760 0343

**Intyg
Certificate**

REC'D 26 FEB 1999

WIPO PCT

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) Sökande Akzo Nobel Surface Chemistry AB, Stenungsund SE
Applicant (s) SENAD Teknikbetong AB, Ånge SE

(21) Patentansökningsnummer 9800082-1
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 1998-01-16
Date of filing

Stockholm, 1999-02-19

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Emma Johnsson
Emma Johnsson

Avgift
Fee

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

SÄTT VID INJEKTERING AV BETONG

Föreliggande uppfinning avser en metod att stabilisera grus, sand, makadam, berg och betongkonstruktioner som är spruckna, porösa eller uppvisar andra svårtillgängliga kaviteter samt att tätta dessa mot vattenflöden genom injektering av en pumpbar, lågviskös skumbetong som är baserad på en vattendispersion, som innehåller finmald cement, en dispergator och eventuellt finpartikulärt material med stor specifik yta.

Vid stabilisering och tätning av grus, sand, berg och betongkonstruktioner, som är porösa eller spruckna, eller uppvisar andra svårtillgängliga kaviteter, är det allmänt känt att injektera pumpbar, lättflytande betong som innehåller cement och ofta olika tillsatsmedel, exempelvis acceleratorer och retardatorer, som reglerar cementens härdning och finpartikulärt material som skall hjälpa till att tätta kaviteterna. Det har dock visat sig att det i många fall är svårt att erhålla ett fullgott resultat. Bland annat har det visat sig svårt att vid injekteringen få betongen tillräckligt långt in i de trånga kaviteterna för att erhålla en fullgod tätning mot inträngande vatten. Det har även visat sig svårt att i exempelvis berg, som är kraftigt vattenförande, kunna applicera och få betongen att härda innan en höjning av vattencementtalet sker och betongen helt eller delvis spolats bort.

Det har nu enligt föreliggande uppfinning visat sig möjligt att lösa dessa problem och erbjuda en effektiv metod att stabilisera och tätta grus, sand, makadam, berg och betongkonstruktioner. Metoden kännetecknas av att man injekterar en skumbetong med en porvolym av minst 20 volymprocent till de svårtillgängliga kaviteter, som skall tätas. Injekteringen bör ske på ett sådant sätt att man först injekterar skumbetongen vid så lågt tryck att skumbetongen förblir intakt, och därefter applicerar ett förhöjt tryck, så att de luftbubblor som befinner sig inne i eller i närheten av kaviteten, pressas längre in i kaviteterna och kollapsar,

varvid luft drar med sig cement och eventuellt förekommande finpartikulärt material in i kaviteterna, där sedimentering och hydratisering äger rum. Trycket vid injekteringen av skumbetongen är lämpligen lägre än 3 bar medan det förhöjda trycket vanligtvis är över 6 bar.

Genom metoden enligt uppfinningen har det visat sig möjligt att avsevärt förstärka stabiliseringen genom att den hydratiserbara betongblandningen kan tränga längre in i sprickorna än vid injektering av en konventionell betongblandning. Cementen är lämpligen finmald till en sådan partikelstorlek att minst 95% passerar en sikt med maskvidden 64 μm , företrädesvis 32 μm och allra helst 16 μm , om en penetrering in i fina kaviteter önskas. Luftbubblorna och dess utströmning genom kaviteterna förhindrar även inträngning av vattnet under injekteringen och förhindrar därmed, åtminstone delvis, massans utspädning med vatten och försvårar eventuell bortspolning. För det fall att genomströmningen av vatten är extremt kraftig eller en låg vattenpermeabilitet eftersträvas, har det enligt uppfinningen visat sig lämpligt att använda en hydrofob skumbetong. Företrädesvis hydrofoberas skumbetongen i en sådan omfattning att den inte spontant blandar sig med vatten. Härigenom undviks utspädning av blandningen med vatten samtidigt som risken för bortspolning kraftigt reduceras.

Uppfinningen beskrivs närmare nedan med referens till ritning, där Figur 1 visar betongmassans inträngning i en spricka och Figur 2 är en förstorad bild av det inringade partiet i Figur 1.

Föreliggande uppfinning hänför sig även till en lågviskö, pumpbar skumbetong, vilken är baserad på cement med en sådan partikelstorlek att 95 viktprocent passerar en sikt med maskvidden 64 μm och med en porvolym av minst 20 volymprocent. Lämpligen innehåller skumbetongen följande komponenter:

- | | |
|-----|---|
| 100 | viktdelar cement, mald till en sådan kornstorlek att 95 viktprocent passerar en sikt med maskvidden 64 μm , företrädesvis 32 μm , |
|-----|---|

- 0.1-1 viktdelar av en dispergator, såsom ett protein, en anjonisk tensid och/eller en polymer, och
35-80 företrädesvis 50-70 viktdelar vatten,
0-10 viktdelar finpartikulärt material med en partikelstorlek mindre än cementens,
0-2.5 viktdelar av ett harts med en molekylvikt av under 10 000 och ett förtvålningstal av 100-250, och
0-2.5 viktdelar av en accelerator, retardator och/eller förtjockningsmedel som reglerar cementens hydratisering eller gradvis höjer betongens viskositet, och
0-2 viktdelar av ett svällande tillsatsmedel.

Skumbetongens porvolym är lämpligen mellan 40% och 85% och företrädesvis mellan 50% och 80%. Vid mycket trånga kaviteter, till exempel mikrosprickor i berg, innehåller betongen lämpligen 1-10 viktdelar finpartikulärt material per 100 viktdelar cement. För det fall att en hydrofob skumbetong önskas, kan hydrofobiteten ökas genom att tillsätta harts i en mängd av 0.1-2.5 viktdelar per 100 viktdelar cement och eventuellt finpartikulär bentonit i en mängd av 0.1-3 viktdelar per 100 viktdelar cement. Betongen har vanligtvis en densitet av 300-1800 kg/m², företrädesvis 400-1500 kg/m².

Cement är ett hydrauliskt bindemedel, som med vatten bildar en pasta och härdar genom hydratisering. Härdningen beror i första hand på bildning av kalciumsilikathydrat. Den mest betydelsefulla silikatcementinnehållande kompositionen är Portlandcementklinker. Vid tillämpning av uppfinningen användes företrädesvis Portlandcement på grund av dess goda allround-egenskaper. Den innehåller bland annat trikalciumsilikat, dikalciumsilikat, trikalciumaluminat och kalciumaluminiumferrit. Andra exempel på lämpliga cementtyper är Portland slaggcement, Portland flygaskecement, Portland pozzolanacement, färgat Portlandcement, vitt Portlandcement, långsamt härdande Portlandcement och snabbt härdande Portlandcement, vilka samtliga är baserade på Portland cementklinker. Vid användning av cement i injekteringsbetong är

det lämpligt att mala cement extra till en sådan partikelstorlek att minst 95 viktprocent passerar en sikt med maskvidden 32 μm , företrädesvis 16 μm för att betongen lättare skall tränga in i trånga kaviteter. Om omständigheterna så kräver, kan en ännu finare cement användas.

Dispergatorerna tillsättes som luftporbildande och stabiliserande tillsatser. Exempel på sådana tillsatser är proteiner, nonjoniska alkylloxidaddukter, xylensulfonat, alkylsulfat, alkyletersulfat, olefinsulfat och polymera sulfonsyragrupperinnehållande föreningar, såsom lignosulfonat, naftalensulfonatformaldehydkondensat och melaminsulfonatformaldehydkondensat samt blandningar därav. Proteinerna, de nonjoniska alkylloxidaddukterna och de kortkedjiga anjoniska föreningarna påverkar i första hand luftporbildningen medan de polymera anjoniska polyelektrolyterna primärt bidrar till förbättrad stabilitet och pumpbarhet.

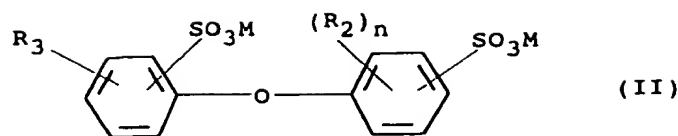
Speciellt föredragna dispergatorer är anjoniskt ytaktiva disulfonater av den typ, som beskrives i patentansökan WO 97/39992, där disulfonaten har den allmänna formeln



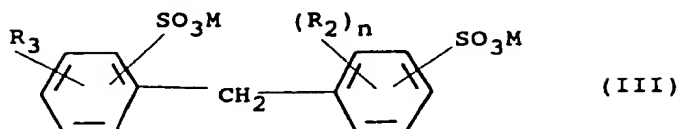
där R är en alifatisk grupp med 4-20 kolatomer, m är ett tal 1 eller 2, varvid summan av antalet kolatomer i gruppen eller i grupperna R är 6-30, R_1 är en aromatisk grupp innehållande minst 2 aromatiska ringar och 10-20 kolatomer, och M är en företrädesvis monovalent katjon eller väte. Vanligtvis innehåller gruppen R_1 endast kol och väte, men även syreatomer kan ingå, exempelvis i form av ketongrupper. Förutom att dessa föreningar har en luftindragande förmåga ger de en hydrofob skumbetong, som är lågviskös och lätt pumpbar.

Disulfonaten med formeln I utgöres lämpligen av föreningar, där R är en alifatisk grupp med 6-14 kolatomer och R_1 är en aromatisk grupp med 10-17 kolatomer och två aromatiska ringar. Exempel på sådana disulfonat är de med formlerna

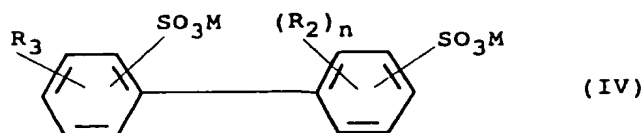
5



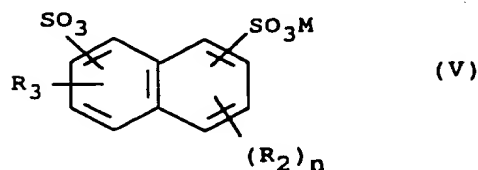
5



10



15



där R_3 är en alifatisk grupp med 4-20 kolatomer, M har den ovan angivna betydelsen, R_2 är en alifatisk grupp med 1-14 kolatomer och n är 0 eller 1, företrädesvis 0. Grupperna R_3 och R_2 är exempelvis en butylgrupp, en hexylgrupp, en oktylgrupp, en decylgrupp eller en dodecylgrupp, som kan vara rak eller grenad. Gruppen R_2 kan dessutom lämpligen vara en lägre alkylgrupp, såsom en metyl- eller etylgrupp. Summan av antalet kolatomer i grupperna R_3 och R_2 är företrädesvis från 8-24. Dessa disulfonat ger en stabil, lågviskös skumbetong som lätt låter sig pumpas. Speciellt föredragna är alkylsubstituerade difenyletrar.

Det finpartikulära materialet är exempelvis flygaska, bentonit (myanit), stendamm, finmald kalk, gips och kiseldioxid med en partikelstorlek som är mindre än cementens. Lämpligen bör den ha en partikelstorlek som till minst 95% understiger $5 \mu\text{m}$ och en specifik yta i storleksordningen minst $1\,500 \text{ m}^2/\text{kg}$ eller högre. Kiseldioxidstoff, vanligtvis benämnd silika, med en partikelstorlek av $0.1 \mu\text{m}$ och en specifik yta av $2 \cdot 10^4$ är exempel på ett finpartikulärt material med en god inträngningsförmåga. Flygaska, kalk och

kiseldioxid påverkar även betongens bindning.

Tillsats av hartserna, som kan vara syntetiska eller naturliga, eller derivat därav, göres i första hand för att öka betongens hållfasthet, vattenavvisande egenskaper (hydrofobitet) och homogenitet. Hartserna och deras derivat kan innehålla en eller flera aromatiska och/eller alifatiska grupper med minst 12, företrädesvis 16-35 kolatomer. Grupperna kan vara såväl mättade som omättade. Föredragna hartser är sådana med ett syratal från 4-170 och med ett förtvålningstal från 150-175. Exempel på lämpliga hartser är olika hartssyror och blandningar därav, såsom kolofonium, och deras dimeriserade derivat samt helt eller delvis förtvålade, förestrade och eller hydrerade derivat därav. Exempel på lämpliga hydroxylföreningar för förestring är metanol, glykol, glycerol och pentaerytrit. Andra exempel är modifierade kolofoniumhartser modifierade med omättade fettsyror, såsom maleinsyra och deras företrädesvis partiellt förestrade derivat samt fenolmodifierade kolofonium. Exempel på lämpliga fenoler är 4-tert-butylfenol, nonylfenol och 4,4'-difenylpropan (bisfenol A).

Andra exempel på tillsatser är retardatorer eller acceleratorer, som reglerar cementens hydratisering så att den anpassas till de förhållanden som råder vid injekteringen och sker vid önskad tidpunkt. Exempel på acceleratorer är alkalialter, såsom kalciumklorid, natriumhydroxid, kaliumkarbamid och natriumaluminat, medan exempel på retardatorer är sackarider, fosfater, citronsyra och lignosulfonat. Den senare har också en påtaglig dispergerande effekt. Även tillsats av förtjockningsmedel, som gradvis utvecklar sin viskositet, kan hjälpa till att förhindra att skumbetongen bortspolas av inträngande vatten innan den härdar. Exempel på sådana förtjockningsmedel är sackaridföreningar, såsom nonjoniska cellulosaestrar, polyuretaner och polyakrylater. Exempel på lämpliga cellulosaestrar är hydroxietylcellulosa, metylcellulosa, metylhydroxietylcellulosa och etylhydroxietylcellulosa.

Svällande tillsatser inblandas för att motverka

volymminskning och därmed förhindra att sprickor och håligheter blir ofullständigt utfyllda. Exempel på svällande tillsatsmedel är aluminiumpulver.

Vid injektering av skumbetonger är det av synnerlig vikt att den är stabil. Skulle blandningen ej vara stabil kommer de enskilda cementpartiklarna att sedimentera på grund av sin egenvikt och därmed blockera och omöjliggöra ytterligare injektering exempelvis ett i ett berg befintligt spricksystem. Det finpartikulära materialet med stor specifik yta som exempelvis kiseldioxid, gips och myanit, ökar stabiliteten hos skumbetongen och kan således bäras av skumbetongen ända fram till bergets sprickor. Användning av skumbetong innehållande en hög lufthalt ger en lågviskös betong med låg skjuvhållfasthet. Detta faktum jämte det faktum att luftbubblorna bär partiklarna på sina ytor, bidrar till låg viskositet hos massan och innebär att betongen kan injekteras med lågt pumptryck men ändå erhålla en god inträngning. Det låga pumptryck som behövs för injektering av skumbetongen ger också den fördelen att lägre krav på förankring av adaptrar vid borrhål kan ställas. Vidare kan säkerheten för personal, som hanterar utrustning, höjas och riskerna för slangsprängning och adaptersläpp i stort sett elimineras.

I figur 1 visas den med hög lufthalt försedda betongens 1 inträngning i en spricka, 2 i ett berg eller liknande. Med pilen 3 visas betongens strömningsriktning, varvid luftbubblorna i betongen betecknas med 4.

Såsom nämnts tidigare pumpas betongen 1 i företrädesvis en slang och/eller borrhål fram till bergets spricka 2, varvid pumptrycket hålles på en låg nivå. Såsom även nämnts tidigare bär luftbubblorna 4 cement och andra materialpartiklar effektivt fram till och in i sprickan. Därefter ökas trycket i slangen avsevärt, vilket innebär att luftbubblorna inne i sprickan kollapsar och det uppstår en luftströmstransport av partiklar och vatten in i sprickans inre. Detta innebär att cementpartiklarna agglomererar långt in i sprickan och härdar till en betong med hög densitet, varvid

sprickan tätas.

Enligt uppfinningen kan den vattenhaltiga betongblandningen framställas genom att vatten, inkluderande dispergeringsmedel och andra i vatten lösliga eller dispergerbara organiska tillsatsmedel, blandas med torrbruk, innehållande bland annat cement och eventuellt finpartikulärt material, till en homogen uppslamning.

Ett annat sätt är att under omrörning sammanföra en huvudblandning, innehållande huvudmängden cement, huvudmängden vatten och finpartikulärt material, och en kompletterande blandning innehållande resterande vatten, resterande cement, dispergatorn och eventuellt ingående harts och andra organiska tillsatsmedel. Viktförhållandet mellan huvudblandningen och den kompletterande blandningen är vanligtvis inom intervallet 20:1 till 2:1.

Ytterligare ett sätt att framställa skumbetongen är att i en diskontinuerlig eller kontinuerlig betongblandare tillsätta vatten, dispergatorn och eventuellt ingående harts och andra organiska tillsatsmedel samt en mindre mängd av ingående cement, vanligtvis 2-40, företrädesvis 5-30 viktprocent av den totala mängden cement (lämpligen i angiven turordning). Den erhållna kompositionen omröres under volymökning till en homogen, stabil luftinnehållande betongblandning, varefter resterande cement och det finpartikulära materialet tillsättes i ett eller flera steg eller kontinuerligt och inblandas under omrörning.

Föreliggande uppfinning åskådliggöres ytterligare av följande utföringsexempel.

Exempel 1.

Ett hus med betonggrund byggt på ett underlag av sand och sten och utsatt för pågående sättningar, stabiliserades med en skumbetong enligt uppfinningen. Skumbetongen, som hade en densitet av 495 kg/m^3 och en luftporvolym av 69%, var baserad på Portlandcement med en sådan partikelstorlek att över 95 viktprocent passerade en sikt med maskvidden $32 \mu\text{m}$ och innehöll dessutom per 100 viktdelar cement 0.7 viktdelar decylsubstituerad difenyleterdisulfonat med formeln II

och 0.35 viktdelar Aquatac 6085, en glycerolhartssyraester med en aktivhalt av 59 viktprocent från Bergvik Kemi AB.

5 Injekteringsslangarna grävdes ner till ett djup av 100 cm och skumbetongen injekterades vid ett tryck av 1 bar och när ingen ytterligare skumbetong gick att injektera vid detta tryck, höjdes trycket till 10 bar, varefter det hela tilläts att härda.

10 Efter injekteringen upphörde sättningarna och den injekterade skumbetongen inspekterades genom att gräva upp materialet runt injekteringsslangarna. Den skumbetong som fanns mellan stenar och grus hade förväntad luftporvolym, medan den skumbetong som pressats in i trånga utrymmen och sprickor hade ingen eller mycket låg luftporvolym.

P A T E N T K R A V

1. Sätt att stabilisera grus, sand, makadam, berg och betongkonstruktioner, som är spruckna, porösa eller har andra svårtillgängliga kaviteter, samt täta dessa mot vattenflöden genom att injektera en pumpbar, lågviskösbetong, som är baserad på en vattendispersion, som innehåller cement, **kännetecknat därav**, att man injekterar en skumbetong med en porvolym av minst 20 volymprocent till de svårtillgängliga kaviteter, som skall tätas.

2. Sätt enligt krav 1, **kännetecknat därav**, att man först injekterar skumbetongen vid så lågt tryck att skumbetongen förblir intakt, och därefter applicerar ett förhöjt tryck, så att de luftbubblor som befinner sig inne i eller i närheten av kaviteter, pressas längre in i kaviteterna och kollapsar, varvid utströmmande luft drar med sig cement och eventuellt förekommande finpartikulärt material in i kaviteterna, där sedimentering och hydratisering äger rum.

3. Metod enligt krav 1 eller 2, **kännetecknat därav**, att skumbetongen har en luftporvolym av 40-85%, är hydrofob och inte spontant låter sig blandas med vatten.

4. Metod enligt krav 1, 2 eller 3, **kännetecknat därav**, att skumbetongen innehåller en anjonisk tensid med den allmänna formeln



där R är en alifatisk grupp med 4-20 kolatomer, m är ett tal 1 eller 2, varvid summan av antalet kolatomer i gruppen eller i grupperna R är 6-30, R₁ är en aromatisk grupp innehållande minst 2 aromatiska ringar och 10-20 kolatomer, och M är en företrädesvis monovalent katjon eller väte.

5. Metod enligt krav 1, 2, 3 eller 4, **kännetecknat därav**, att skumbetongen innehåller en accelerator, retardator och/eller förtjockningsmedel.

6. Metod enligt något av kraven 1-5, **kännetecknat därav**, att injektionen av betongen sker vid ett tryck lägre än 3 bar och att trycket därefter höjes till minst 6 bar.

7. Skumbetong med finmald cement, **kännetecknad därav**, att den har en porvolym av minst 20% och innehåller finmald cement med en sådan partikelfördelning att minst 95% passerar en sikt med en maskvidd av 64 μm , och 2-10%, räknat på cementens vikt, av ett finpartikulärt material med en partikelstorlek som är mindre än cementens.

8. Skumbetong enligt krav 7, **kännetecknat därav**, att den har en luftporvolym av minst 40-85% och innehåller

- 0.1-1 viktdelar av en dispergator,
- 35-80 företrädesvis 50-70viktdelar vatten,
- 0-10 viktdelar finpartikulärt material, med en partikelstorlek som är mindre än cementens,
- 0-2.5 viktdelar av ett harts med en molekyelvikt av under 10 000 och ett förtvålningstal av 100-250, och
- 0-2.5 viktdelar av en accelerator, retardator och/eller förtjockningsmedel som reglerar cementens hydratisering eller gradvis höjer betongens viskositet, och
- 0-2 viktdelar av ett svällande tillsatsmedel per 100 viktdelar cement.

9. Skumbetong enligt krav 8, **kännetecknat därav**, att dispergatorn innehåller ett disulfonat med den allmänna formeln



där R är en alifatisk grupp med 4-20 kolatomer, m är ett tal 1 eller 2, varvid summan av antalet kolatomer i gruppen eller i grupperna R är 6-30, R_1 är en aromatisk grupp innehållande minst 2 aromatiska ringar och 10-20 kolatomer, och M är en företrädesvis monovalent katjon eller väte.

10. Skumbetong enligt något av kraven 7-9, **kännetecknat därav**, att de innehåller 0.1-2.5 viktdelar av hartset i krav 8.

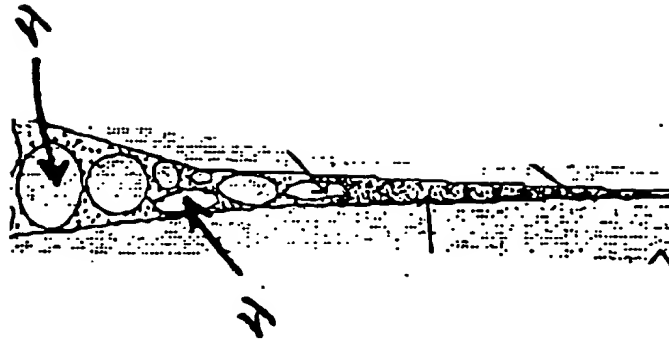
11. Skumbetong enligt något av kraven 7-10, **kännetecknat därav**, att det innehåller 2-10 viktprocent av det finpartikulära materialet i krav 8 och att cementen har en sådan partikelstorlek att 95 viktprocent passerar en sikt med maskvidden 32 μm .

S A M M A N D R A G

5 Föreliggande uppfinning avser en metod att stabili-
sera grus, sand, makadam, berg och betongkonstruktioner som
är spruckna, porösa eller uppvisar andra svårtillgängliga
kaviteter samt att täta dessa mot vattenflöden genom att
injektera en pumpbar, lågviskös skumbetong som är baserad på
10 en vattendispersion, som innehåller finmald cement, en dis-
pergator och eventuellt finpartikulärt material med stor
specifik yta. Uppfinningen beskriver även en skumbetong, som
har en porvolym av minst 20% och innehåller finmald cement
med en sådan partikelfördelning att minst 95% passerar en
sikt med en maskvidd av 64 μm , och 2-10%, räknat på
15 cementens vikt, av ett finpartikulärt material med en par-
tikelstorlek som är mindre än cementens.

7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

FIGUR 2



FIGUR 1

